

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира
Даля»

Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение



УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

«*Могильная*» Могильная Е. П.
«*10.02*» *04* 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Математические методы обработки экспериментальных
данных»**

по научной специальности 2.6.17 Материаловедение

Луганск 2023

Лист согласования рабочей учебной программы дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» по направлению подготовки 2.6.17. Материаловедение – 10 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» по научной специальности 2.6.17. Материаловедение составлена с учетом Федеральных государственных требований в структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утверждённых Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. №951; Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 г. №118 Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (с изменениями и дополнениями); Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д.т.н., профессор, зав.кафедрой материаловедения Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «__» _____ 2023 года, протокол № _____

Заведующая кафедрой материаловедения _____ Рябичева Л.А.
Переутверждена: «__» _____ 2023 года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики
«18» 04 20 23 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института факультета _____ Ясуник С.Н.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – изучение основных методов обработки экспериментальных данных – графический метод, метод средних и метод наименьших квадратов, статистический метод, регрессионный анализ.

Задачи: формирование основных понятий в области вероятностно-статистического инструментария, необходимого для проведения математической обработки экспериментальных данных; формирование умения решения прикладных задач материаловедения; формирование навыков применения математических методов при обработке экспериментальных данных.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» относится к циклу вариативных дисциплин.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Механические свойства, Физические свойства, Машиностроительные материалы, Теория и технология термической и химико-термической обработки.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Обучающиеся, завершившие изучение дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных», должны

знать основные методы обработки экспериментальных данных при изучении структуры, свойств, технологий материаловедения;
уметь использовать методы обработки экспериментальных данных при изучении структуры, свойств, технологий материаловедения;
владеть навыками обработки экспериментальных данных при изучении структуры, свойств, технологий материаловедения.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций:

универсальных:

УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-4 – готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственных и иностранном языках;

УК-6 – способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;

общефессиональных:

ОПК-5 – способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии;

ОПК-8 – способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады;

ОПК-12 – способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий;

профессиональных:

ПК-1 – способность и готовность выполнять теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и распределения дефектов кристаллического строения) на физические, механические, технологические и эксплуатационные свойства материалов;

ПК-5 – способность и готовность разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанных с термическим воздействием, а также специализированным оборудованием;

ПК-6 – способность и готовность разрабатывать новые принципы создания материалов, обладающих заданным комплексом свойств, а также для работы в экстремальных условиях.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)	
	Очная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины	72 (2 з.е.)	72 (2 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	40	16

Лекции	20	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	20	8
Лабораторные работы	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа (всего)	32	56
Форма промежуточной аттестация	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Вычислительный эксперимент.

Цель и основные задачи математической обработки эксперимента. Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований. Преимущества и недостатки. Реальный объект, математическая модель. Теория предельных ошибок эксперимента. Общие замечания. Определение предельных ошибок эксперимента.

Тема 2. Некоторые понятия математической статистики.

Случайные величины и их законы распределения, нормальный закон распределения. Основные свойства нормального закона распределения случайных ошибок. Определение статистических характеристик распределения случайных величин. Определение характеристик рассеивания взвешенных и посредственных измерений.

Тема 3. Методы обработки экспериментальных данных.

Виды представления экспериментальных данных. Табличное представление экспериментальных данных. Классификация таблиц. Табличные разности и сглаживание табличных данных. Примеры сглаживания табличных данных Интерполирование. Численное дифференцирование и интегрирование.

Графическое представление результатов эксперимента. Виды графиков. Графическое сглаживание функций одной переменной. Графическое дифференцирование. Представление на графике функций двух переменных. Сглаживание и графическая интерполяция. Функциональные шкалы.

Представление экспериментальных данных эмпирическими формулами. Требования, предъявляемые к эмпирическим формулам. Простейшие приемы подбора эмпирических формул. Способ наименьших квадратов. Применение способа наименьших квадратов для линейных и линеаризуемых зависимостей. Применение способа наименьших квадратов для нелинеаризуемых зависимостей. Применение способа наименьших квадратов к взвешенным измерениям. Особенности подбора эмпирических формул для функций нескольких переменных.

Оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных. Общие положения. Средние квадратичные и вероятные погрешности. Оценка тесноты связи между величинами. Коэффициент и индекс корреляции. Определение закона распределения отклонений. Критерии согласия. Литература

Теория случайных ошибок эксперимента. Классификация ошибок и основные задачи теории случайных ошибок. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Нормальный закон распределения случайных ошибок. Численный пример определения случайных ошибок при посредственных измерениях

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вычислительный эксперимент.	2	2
2	Некоторые понятия математической статистики.	6	2
3	Методы обработки экспериментальных данных.	12	4
Итого:		20	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований.	4	1
2	Законы распределения, нормальный закон распределения. Критерии оценки	4	1
3	Виды представлений экспериментальных данных. Табличное представление экспериментальных данных. Графическое представление результатов эксперимента. Представление экспериментальных данных эмпирическими формулами. Способ наименьших квадратов. Оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных.	12	6
Итого:		20	8

4.5. Лабораторные работы:

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа

№ п/ п	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Вычислительный эксперимент.	Написание реферата	2	4
2	Тема 2. Некоторые понятия математической статистики.	Выполнение домашнего задания по статистике	6	12
3	Тема 3. Методы обработки экспериментальных данных.	Выполнение домашних заданий по табличному, графическому, эмпирическому представлению экспериментальных данных	24	28
Итого:			32	56

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронного конспекта, размещенного во внутренней сети кафедры при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

Работа в команде: совместная работа в группе при выполнении практических занятий:

по теме 2

Некоторые понятия математической статистики.

по теме 3

Методы обработки экспериментальных данных.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- реферат;
- выполнение практических работ;
- защита практических работ (тестирование).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие

оценить результаты обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и составление алгоритмов заданий).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

7.1. Основная литература

Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента М.: Наука. ФИЗМАТЛИТ, 1971 г. - 192 с.

7.2. Дополнительная литература

Мартьянова А. Е. Компьютерные вычисления в пакете MathCAD [учебн. пособие для вузов] / Астрахань : изд-во АГТУ, 2005. – 152 с.

Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP17, Simulink 5.6. Основы применения. М. : Солон-Пресс, 2005. – 800 с.

Вуколов В. А. Основы статистического анализа: практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel [учебн. пособие] / М.: Форум, 2004. – 464 с.

4. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / М. : Наука. - 19с.

5. Статистические методы описания химических и металлургических процессов. - М.: Металлургия, 2018. - 19с.

7.3. Методические указания

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» для аспирантов, обучающихся по направлению 22.06.01 Технологии материалов /Решетняк Д.В.

7.4. Интернет-ресурсы

Федеральный портал «Российское образование» – { HYPERLINK "http://www.edu.ru/" }

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – { HYPERLINK "http://window.edu.ru/" }

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – { HYPERLINK "http://fcior.edu.ru/" }

<http://supermetalloved.narod.ru>

{ HYPERLINK "http://www.materialscience.ru" }

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –{ HYPERLINK "http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x" }

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –{ HYPERLINK "https://www.studmed.ru" }

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация программы дисциплины требует наличия аудиторий и лаборатории.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедиапроектор, экран, компьютер).

Практические занятия: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места аспирантов по количеству обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	{ HYPERLINK "https://www.libreoffice.org/" } { HYPERLINK "https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice" }
Операционная система	UBUNTU 19.04	{ HYPERLINK "https://ubuntu.com/" } { HYPERLINK "https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu" }
Браузер	Firefox Mozilla	{ HYPERLINK "http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx" } \t "_blank" }
Браузер	Opera	{ HYPERLINK "http://www.opera.com/" } \t "_blank" }
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	{ HYPERLINK "http://www.mozilla.org/ru/thunderbird" } \t "_blank" }
Архиватор	7Zip	{ HYPERLINK "http://www.7-zip.org/" } \t "_blank" }

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	{ HYPERLINK "http://www.gimp.org/" \t "_blank" } { HYPERLINK "http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8" \t "_blank" } { HYPERLINK "http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP" \t "_blank" }
Редактор PDF	PDFCreator	{ HYPERLINK "http://www.pdfforge.org/pdfcreator" \t "_blank" }

9. Фонд оценочных средств

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных»

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. Цель и основные задачи математической обработки эксперимента.
2. Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований. Преимущества и недостатки.
3. Реальный объект, математическая модель.
4. Теория предельных ошибок эксперимента. Определение предельных ошибок эксперимента.
5. Случайные величины и их законы распределения, нормальный закон распределения.
6. Основные свойства нормального закона распределения случайных ошибок.
7. Определение статистических характеристик распределения случайных величин.
8. Определение характеристик рассеивания взвешенных и посредственных измерений.
9. Виды представления экспериментальных данных.
10. Табличное представление экспериментальных данных. Классификация таблиц.
11. Табличные разности и сглаживание табличных данных. Примеры сглаживания табличных данных Интерполирование.
12. Численное дифференцирование и интегрирование.
13. Графическое представление результатов эксперимента. Виды графиков.
14. Графическое сглаживание функций одной переменной. Графическое дифференцирование.
15. Представление на графике функций двух переменных. Сглаживание и графическая интерполяция. Функциональные шкалы.
16. Представление экспериментальных данных эмпирическими формулами. Требования, предъявляемые к эмпирическим формулам.
17. Простейшие приемы подбора эмпирических формул.
18. Способ наименьших квадратов. Применение способа наименьших квадратов для линейных и линеаризуемых зависимостей.

19. Применение способа наименьших квадратов для нелинеаризуемых зависимостей.
20. Применение способа наименьших квадратов к взвешенным измерениям.
21. Особенности подбора эмпирических формул для функций нескольких переменных.
22. Оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных.
23. Средние квадратичные и вероятные погрешности.
24. Оценка тесноты связи между величинами. Коэффициент и индекс корреляции.
25. Определение закона распределения отклонений. Критерии согласия.
26. Теория случайных ошибок эксперимента. Классификация ошибок и основные задачи теории случайных ошибок.
27. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин.
28. Нормальный закон распределения случайных ошибок.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

1. Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований:
 - 1) характеристика видов экспериментов в материаловедении;
 - 2) программы, языки программирования в материаловедении.

2. Законы распределения, нормальный закон распределения. Критерии оценки:

- 1) расчет величины зерна по статистической выборке;
- 2) определение оптимума.

3. Виды представления экспериментальных данных.

- 1) табличное представление экспериментальных данных.
- 2) графическое представление результатов эксперимента.
- 3) представление экспериментальных данных эмпирическими формулами.
- 4) способ наименьших квадратов.
- 5) оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

1. Вычислительный эксперимент.
2. Цель и основные задачи математической обработки эксперимента. Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований. Преимущества и недостатки. Реальный объект, математическая модель.
3. Теория предельных ошибок эксперимента. Общие замечания. Определение предельных ошибок эксперимента.
4. Некоторые понятия математической статистики.
5. Случайные величины и их законы распределения, нормальный закон распределения.

6. Основные свойства нормального закона распределения случайных ошибок. Определение статистических характеристик распределения случайных величин.
7. Определение характеристик рассеивания взвешенных и посредственных измерений.
8. Методы обработки экспериментальных данных.
9. Виды представления экспериментальных данных.
10. Табличное представление экспериментальных данных. Классификация таблиц. Табличные разности и сглаживание табличных данных. Примеры сглаживания табличных данных Интерполирование. Численное дифференцирование и интегрирование.
11. Графическое представление результатов эксперимента. Виды графиков. Графическое сглаживание функций одной переменной. Графическое дифференцирование. Представление на графике функций двух переменных. Сглаживание и графическая интерполяция. Функциональные шкалы.
12. Представление экспериментальных данных эмпирическими формулами. Требования, предъявляемые к эмпирическим формулам. Простейшие приемы подбора эмпирических формул.
13. Способ наименьших квадратов. Применение способа наименьших квадратов для линейных и линеаризуемых зависимостей. Применение способа наименьших квадратов для нелинеаризуемых зависимостей. Применение способа наименьших квадратов к взвешенным измерениям. Особенности подбора эмпирических формул для функций нескольких переменных.
14. Оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных. Общие положения. Средние квадратичные и вероятные погрешности. Оценка тесноты связи между величинами. Коэффициент и индекс корреляции. Определение закона распределения отклонений. Критерии согласия. Литература
15. Теория случайных ошибок эксперимента. Классификация ошибок и основные задачи теории случайных ошибок. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Нормальный закон распределения случайных ошибок.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в

	пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к зачету:

1. Цели и задачи вычислительного эксперимента.
2. Цель и основные задачи математической обработки эксперимента.
3. Виды эксперимента и программирование экспериментальных исследований. Преимущества и недостатки.
4. Реальный объект, математическая модель.
5. Теория предельных ошибок эксперимента. Определение предельных ошибок эксперимента.
6. Случайные величины и их законы распределения, нормальный закон распределения.
7. Основные свойства нормального закона распределения случайных ошибок.
8. Определение статистических характеристик распределения случайных величин.
9. Определение характеристик рассеивания взвешенных и посредственных измерений.
10. Виды представления экспериментальных данных.
11. Табличное представление экспериментальных данных. Классификация таблиц. Табличные разности и сглаживание табличных данных. Примеры сглаживания табличных данных Интерполирование.
12. Графическое представление результатов эксперимента. Виды графиков.
13. Графическое сглаживание функций одной переменной. Графическое дифференцирование.
14. Представление на графике функций двух переменных. Сглаживание и графическая интерполяция. Функциональные шкалы.

15. Представление экспериментальных данных эмпирическими формулами. Требования, предъявляемые к эмпирическим формулам. Простейшие приемы подбора эмпирических формул.
16. Способ наименьших квадратов. Применение способа наименьших квадратов для линейных и линеаризуемых зависимостей.
17. Применение способа наименьших квадратов для нелинеаризуемых зависимостей.
18. Применение способа наименьших квадратов к взвешенным измерениям.
19. Особенности подбора эмпирических формул для функций нескольких переменных.
20. Оценка достоверности графического и аналитического представления экспериментальных данных.
21. Средние квадратичные и вероятные погрешности.
22. Оценка тесноты связи между величинами. Коэффициент и индекс корреляции.
23. Определение закона распределения отклонений. Критерии согласия.
24. Теория случайных ошибок эксперимента. Классификация ошибок и основные задачи теории случайных ошибок.
25. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин.
26. Нормальный закон распределения случайных ошибок.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в

	излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Форма листа изменений и дополнений

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)